



CONGRESSO BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA QUÍMICA EM  
INICIAÇÃO CIENTÍFICA

21-24 Julho de 2019  
Uberlândia/MG



# HIDROCARBONIZAÇÃO DE EFLUENTES DE UMA LAVANDERIA INDUSTRIAL

L. Y. PIANHO, F. C. CAMILO, S. H. B. FARIA, M. A. S. D. BARROS

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química  
E-mail para contato: larissaypianho@gmail.com

**RESUMO** – Neste trabalho foi gerado lodo de efluente de lavanderia industrial utilizando o tanino como coagulante. Este lodo foi então carbonizado hidrotérmicamente, processo que possui vantagens ambientais como baixa emissão de gases nocivos e utilização de apenas água e temperaturas mais brandas em relação a métodos de carbonização mais tradicionais. Foram investigadas as concentrações ótimas de tanino que gerassem grande quantidade de lodo sem comprometer o aumento de demanda química de oxigênio (DQO) do clarificado. Observou-se que 140 mg/L de tanino a 10% em volume acarretou a maior quantidade de lodo. O lodo seguiu para hidrocarbonização, na qual foi investigado o tempo de síntese. A hidrocarbonização do lodo por 8 h a 220 °C gerou um sólido com 92,7% de carbono (caracterizado por EDS).

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por água combinada com a alta contaminação da mesma tem tornado a crise hídrica uma realidade, infelizmente, para o Brasil. As lavanderias industriais pertencem a um dos ramos que mais contribuem para esse cenário crítico. Isso porque, além de necessitarem de alto consumo de água para realizar seus processos, geram um efluente com muita carga orgânica e com corantes.

A maioria das lavanderias industriais realiza as seguintes etapas de tratamento para atender a legislação vigente: remoção do material sólido grosseiro, coagulação/floculação, sedimentação. A etapa de Coagulação/Floculação ocorre com adição de agentes, muitas vezes à base de alumínio, que, apesar de eficientes, deixam o lodo com pouca degradabilidade (MENEZES, 2005). Assim sendo, tem-se estudado a substituição deste por outros que não possuem tal desvantagem, como o tanino.

O tanino é um composto poli fenólico que precipita proteínas reagindo com elas por meio de ligações de hidrogênio, sendo muito utilizado para o curtimento de couro. Ele é amplamente encontrado nas folhas, frutas, cascas e sementes de angiospermas e gimnospermas (CRUZ, 2004).

O lodo gerado no processo de coagulação/floculação é destinado a aterros ou ainda, muitas vezes é utilizado como adubo, muito embora não seja a destinação mais correta. Assim sendo, uma possível aplicação seria utilizar este material como matéria-prima na hidrocarbonização, também conhecida como carbonização hidrotérmica. Tal processo possui uma gama de vantagens, como por exemplo, ser ecologicamente amigável, pois tem baixa geração de gases nocivos e utiliza somente água e biomassa, tem alta eficiência, ocorre em temperaturas baixas (entre 130 e 250<sup>0</sup>C), permite o controle da porosidade e composição química da superfície, entre outras (FAGNANI, 2016). O procedimento de hidrocarbonização é bastante simples: basta colocar em contato a matéria-prima, juntamente com água num reator em condições de baixas temperaturas e alta pressão 1h às 48h. Os mecanismos de reação que ocorrem durante esse processo ainda são desconhecidos devido à sua complexidade. Porém sabe-se que a hidrólise, desidratação, descarboxilação, recondensação e aromatização são etapas do processo (FAGNANI, 2016). O hidrocarvão assim formado pode ser utilizado em processo de adsorção para tratamento de efluentes. Desta forma, neste trabalho objetivou-se avaliar as melhores condições para obtenção do lodo e, a partir dele obter o hidrocarvão.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. PRODUÇÃO DO LODO

O efluente bruto, ou seja, a água residual da estamparia foi coletada em um tanque de equalização de uma lavanderia industrial de Maringá– PR. Após a coleta, o efluente foi congelado em pequenas porções, que eram descongeladas para aplicação imediata nos experimentos, minimizando, portanto, alterações físico-químicas.

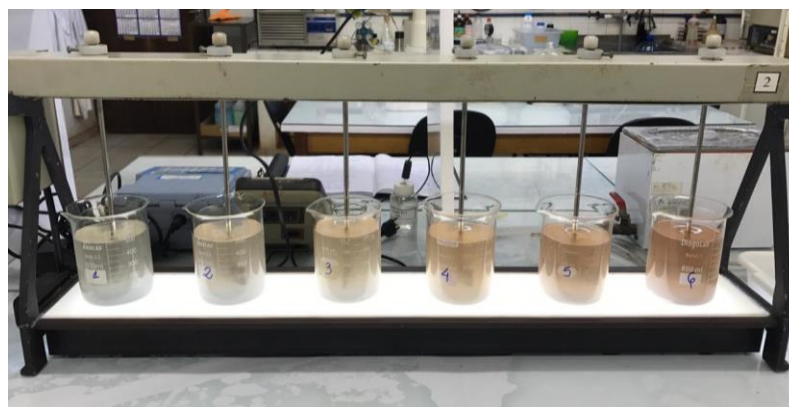
Os experimentos de coagulação e floculação foram realizados em um equipamento jar-test da marca Milan, modelo JT 101/6 (Figura 1), em temperatura ambiente. Para cada batelada do experimento foram utilizados seis béqueres, cada qual contendo 500 ml de amostra do efluente bruto, onde eram adicionadas diferentes concentrações (20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220 e 240 mg/L) da suspensão de tanino 10% em volume. Os experimentos foram realizados em triplicata. A suspensão de tanino foi diluída a partir da solução de tanino vegetal 32% gentilmente cedida pela empresa Tanfloc.

Para o coagulação/sedimentação, foram fixados tempo de mistura rápida (95 rpm) de 2 minutos e tempo de mistura lenta (35 rpm) de 20 minutos. Seguiram-se 30 minutos em repouso para sedimentação (COUTO JUNIOR, 2011). Os diferentes tempos para cada processo foram os mesmos utilizados por Couto Junior, 2011.

Ao final de cada experimento, a suspensão foi filtrada a vácuo e o lodo obtido seco a 100 °C por 24 h. O clarificado de cada um dos béqueres foi separado para caracterização físico-química. O efluente bruto bem como o clarificado foram caracterizados logo após o final de cada batelada. Foram analisadas cor, turbidez e DQO. Para tanto, foi utilizado um espectrofotômetro da marca Hach, modelo DR/2010. Os comprimentos de onda utilizados

foram de 455, 860 e 600 nm, respectivamente. A leitura dos valores do pH foi realizada com o auxílio de um pHMETRO da marca Digimed, modelo DM-20.

Figura 1 – Equipamento de Jar-Test Utilizado do Processo de Floculação/Coagulação.

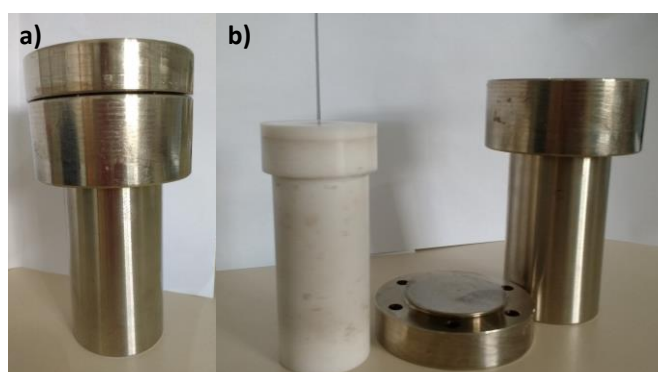


O teste de Tukey foi utilizado para analisar entre quais concentrações a remoção da DQO foi mais significativa, ou seja, em que concentração de tanino a geração de lodo foi mais eficiente. O método compara as médias entre si para julgar se são iguais ou não de acordo com a diferença mínima entre elas. O nível de significância adotado foi de 5% e o software utilizado para a análise dos dados foi o Ambiente R.

## 2.2 CARBONIZAÇÃO HIDROTÉRMICA

A carbonização hidrotérmica do lodo produzido na melhor condição obtida na etapa anterior. A síntese foi realizada utilizando um reator, como mostra a Figura 2. Foram utilizados 5 g de lodo para 20 mL de água deionizada. O reator permaneceu a 220 °C em diferentes tempos de síntese ( 4, 8, 12 e 16 horas). Os hidrocarvões foram caracterizados por espectrometria de raios-X por energia dispersiva (EDS). O melhor hidrocarvão foi selecionado de acordo com a maior quantidade de carbono presente.

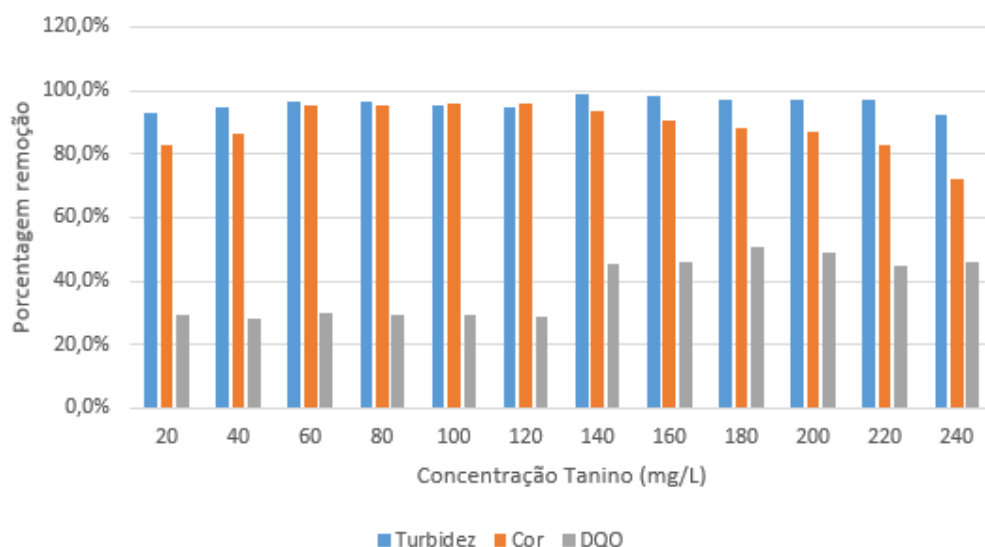
Figura 2: (a) Parte externa do reator de aço inox com tampa; (b) parte interna de teflon e a externa com a tampa.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das taxas de remoção da cor, turbidez e DQO em função da concentração de tanino estão na Figura 3.

Figura 3 - Porcentagem de Remoção da Cor, Turbidez e DQO em Função da Concentração De Tanino.

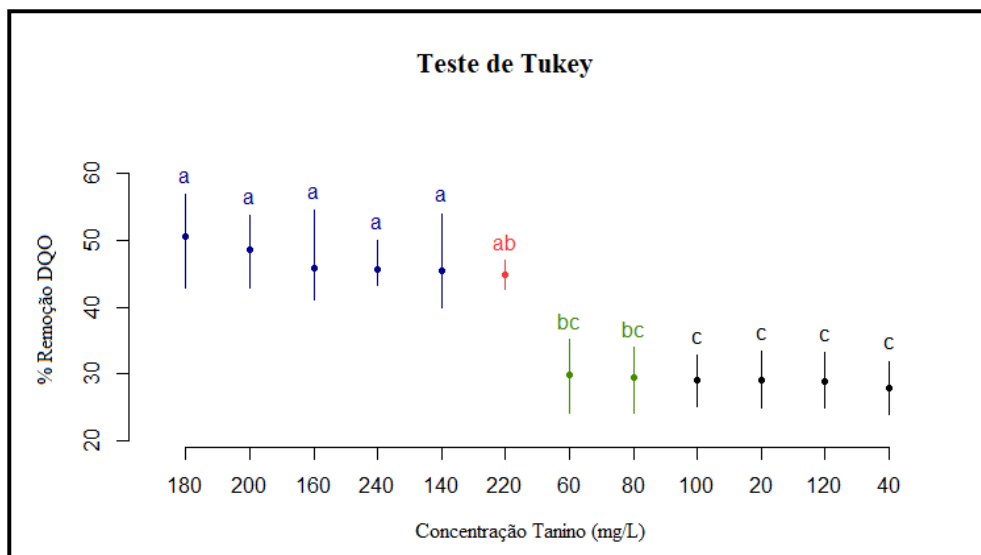


Por meio da Figura 3, observa-se que uma maior concentração de tanino na solução promoveu uma maior a remoção da cor, turbidez e DQO até concentrações de 220 mg/L. A partir desta concentração o tanino permaneceu em suspensão aumentando os valores da cor, turbidez e DQO, ou seja, perdendo sua eficiência e deixando o efluente tratado com cor levemente amarronzada.

A Figura 4 apresenta os resultados do teste de Tukey. Observa-se que a remoção da DQO foi melhor para o grupo a, ao qual pertencem as concentrações tanino com as concentrações de 140 a 240 mg/L. O grupo ab, 220 mg/L, obteve um resultado intermediário. Não foram obtidos resultados satisfatórios de remoção de DQO quando se empregaram as concentrações de 20 a 120 mg/L. Assim, a concentração escolhida para ser utilizada foi a de 140 mg/L, por ser a menor concentração entre as que obtiveram os melhores resultados e portanto exigir um menor gasto da solução de tanino. A partir, portanto, desta concentração, foi gerado lodo para o processo de hidrocarbonização.



Figura 4 - Teste de Tukey Utilizando a Média de Remoção da DQO.



Os resultados de EDS relativos à síntese de hidrocarvão estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Concentração de carbono nas amostras de hidrocarbonização.

Tempo (h)	4	8	12	16
Concentração de carbono (% m/m)	79,6	92,7	79,1	75,6
Concentração de oxigênio (%m/m)	20,2	7,3	20,9	23,6

Como se pode observar 8 h gerou um hidrocarvão contendo 92,7% de carbono, sendo, portanto, a amostra selecionada.

A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa foi possível observar que o tratamento do efluente bruto de lavanderia industrial pode ser realizado de forma eficiente utilizando como agente coagulante o tanino. Desta forma, o lodo gerado possui características mais biodegradáveis. De fato, para um tempo de mistura rápida (95 rpm) de 2 minutos, tempo de mistura lenta (35 rpm) de 20 minutos, 30 minutos de sedimentação, 140 mg/L de tanino são suficientes. O lodo gerado foi hidrocarbonizado a 220 °C sendo que a maior quantidade de carbono obtida foi de 92,7% em um tempo de síntese de 8h. Este hidrocarvão, obtido a partir de lodo, será analisado como adsorvente para tratamentos terciários de efluentes aquosos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COUTO JUNIOR, Osório Moreira. *Tratamento de efluentes da indústria têxtil por coagulação e floculação utilizando polímeros naturais*. 2011. 134 f. Dissertação



(Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

CRUZ, João Guilherme Heinz. *Alternativas para a aplicação de coagulante vegetal à base de tanino no tratamento do efluente de uma lavanderia industrial*. 2004. 76 f. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Engenharia com ênfase em Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

FAGNANI, Helida Monique Cordasso. *Hidrocarbonização de biomassa, ativação e aplicação do carvão obtido*. 2016. 65 f. Qualificação (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

MENEZES, Jean Carlos Salomé dos Santos. *Tratamento e reciclagem do efluente de uma lavanderia industrial*. 2005. 118 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia-Área de Concentração Tecnologia Mineral) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.